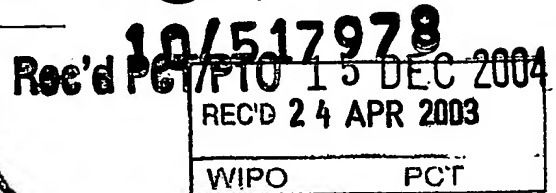


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 35 369.7

Anmeldetag: 02. August 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Mikromechanischer Schalter

IPC: H 01 H 35/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hiebinger

22.07.02 Sb/As

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Mikromechanischer Schalter

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem mikromechanischen Schalter nach der Gattung des Hauptanspruches. Es sind allgemein mikromechanische Schalter bekannt, wobei eine Masse elastisch durch ein Federelement gehalten wird. Beim Einwirken einer Kraft, beispielsweise eine Beschleunigungskraft, wird die Masse bewegt und damit das Federelement ausgelenkt.

20

Vorteile der Erfindung

30

Der erfindungsgemäße mikromechanische Schalter mit den Merkmalen des Hauptanspruches hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass der mikromechanische Schalter aus einfachen Grundelementen der Oberflächenmikromechanik realisiert ist, die in Fertigungsprozessen beherrscht werden. Der erfindungsgemäße mikromechanische Schalter weist weiterhin den Vorteil auf, gegenüber bekannten Schaltern eine Miniaturisierung herbeizuführen und eine Unterdrückung von Schalterprellen zu bewirken. Durch die kleinere Realisierung ist eine beträchtliche Kostenersparnis möglich. Weiterhin ist als Vorteil anzusehen, dass bei dem erfindungsgemäßen mikromechanischen Schalter gegenüber einem erweiterten Beschleunigungssensor-System eine Ersparnis der Auswertelektronik vorliegt. Weiterhin kann der erfindungsgemäße mikromechanische Schalter vorteilhaft ohne Spannungsversorgung betrieben werden, sodass er tatsächlich nur als Schalterelement fungiert.

35

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen mikromechanischen Schalters möglich.

5 Besonders vorteilhaft ist, dass das wenigstens ein Kontaktelement bewegbar und mit einem zweiten Federelement verbunden vorgesehen ist. Hierdurch wird wirksam das Schalterprellen reduziert, weil durch das zweite Federelement ein gewisser Anpressdruck des Kontaktelements an die Masse herbeigeführt wird.

10 Weiterhin ist von Vorteil, dass das erste Federelement und/oder das zweite Federelement U-Federelemente umfassen. Dadurch ist es möglich, die Federelemente in einfacher Weise kostengünstig herzustellen.

15 Weiterhin ist von Vorteil, dass die Federkonstante des zweiten Federelements gegenüber der Federkonstante des ersten Federelements deutlich kleiner vorgesehen ist. Dadurch wird durch die Bewegung der Masse bei gleichzeitiger Kontaktierung der Masse mit dem Kontaktelement die Bewegung der Masse nicht wesentlich behindert bzw. geändert.

20 Weiterhin ist von Vorteil, dass ein drittes Federelement vorgesehen ist, welches stabilisierend auf die Bewegung der Masse wirkt. Dadurch ist es vorteilhaft möglich, die Bewegung der Masse zu führen.

Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Federkonstante des dritten Federelements gegenüber der Federkonstante des ersten Federelements deutlich kleiner vorgesehen ist. Dadurch ist es möglich, dass die Bewegung der Masse durch das dritte Federelement nicht wesentlich verändert wird und die Bewegung der Masse im wesentlichen durch das zweite Federelement vorgegeben ist.

30 Weiterhin ist von Vorteil, dass ein Anschlag vorgesehen ist, wodurch die Verhinderung einer Auslenkung des ersten Federelements über einen vorgegebenen maximalen Grad der Auslenkung des ersten Federelements hinaus vorgesehen ist. Dadurch wird verhindert, dass bei einer zu großen Beschleunigung der Masse der mikromechanische Schalter zerstört wird.

35

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in den nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein erfindungsgemäßer mikromechanische Schalter in Draufsicht und

Figur 2 der erfindungsgemäße mikromechanische Schalter in einer Schnittdarstellung gemäß einer Schnittlinie AA aus Figur 1.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist der erfindungsgemäße mikromechanische Schalter dargestellt. Der mikromechanische Schalter umfasst eine bewegliche Masse 1, welche insbesondere als seismische Masse 1 vorgesehen ist. Weiterhin umfasst der mikromechanische Schalter, der im folgenden auch als Beschleunigungsschalter bezeichnet wird, ein Federelement 2, welches im folgenden als erstes Federelement 2 bezeichnet wird. Die Masse 1 ist mit dem ersten Federelement 2 verbunden. Die Masse 1 ist darüber hinaus beweglich vorgesehen, wobei bei einer Bewegung der Masse 1 das erste Federelement 2 ausgelenkt wird. Durch die Auslenkung des ersten Federelements 2 wird eine Rückstellkraft auf die Masse 1 durch das erste Federelement 2 ausgeübt. Erfindungsgemäß ist es beispielhaft vorgesehen, dass die Masse 1 lediglich in einer linearen Bewegungsrichtung bewegbar vorgesehen ist. Diese Bewegungsrichtung ist in Figur 1 entlang der Schnittlinie AA vorgesehen. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch vorgesehen, die Masse 1 derart vorzusehen, dass diese in mehreren Bewegungsrichtungen beweglich vorgesehen ist. Im in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist weiterhin ein drittes Federelement 4 vorgesehen, welches die Bewegung der Masse 1 stabilisiert. Erfindungsgemäß ist es insbesondere vorgesehen, dass das erste Federelement 2 entlang der Bewegungsrichtung der Masse 1 auf der einen Seite der Masse 1 vorgesehen ist und dass das dritte Federelement 4 entlang der Bewegungsrichtung der Masse 1 dem ersten Federelement 2 gegenüber vorgesehen ist. Das erste Federelement 2 und das dritte Federelement 4 umfassen insbesondere U-Federelemente, welche standardmäßig mikromechanisch herstellbar sind.

Weiterhin umfasst der mikromechanische Schalter wenigstens ein Kontaktelement 3, welches erfindungsgemäß insbesondere mit einem zweiten Federelement 30 verbunden vorgesehen ist. Das Kontaktelement 3 ist erfindungsgemäß insbesondere als Kontaktmasse vorgesehen und in einer vorteilhaften Ausführungsform einstückig mit dem zweiten Federelement 30 verbunden. Die Anordnung des erfindungsgemäßen mikromechanischen Schalters ist so vorgesehen, dass die Masse 1 ein erstes Stück entlang ihrer Bewegungsrichtung bewegbar ist, während dem das erste Federelement 2 bis zu einem gewissen vorgegebenen Grad ausgelenkt wird. Bei diesem vorgegebenen Grad der Auslenkung des ersten Federelements 2 berührt die Masse 1 das Kontaktelement 3 bzw. die Kontaktmasse. Erfindungsgemäß ist es jetzt vorgesehen, dass die Masse 1 und das erste Federelement 2 derart vorgesehen sind, dass auch eine Bewegung der Masse 1 über den vorgegebenen Grad der Auslenkung des ersten Federelements 2 hinaus möglich ist. Hierbei wird also das erste Federelement 1 noch weiter als der vorgegebene Grad der Auslenkung ausgelenkt und der Kontakt zwischen der Masse 1 und dem Kontaktelement 3 bleibt während diesen Bewegungsanteil bestehen. Erfindungsgemäß ist es insbesondere vorgesehen, das Kontaktelement 3 mit einem zweiten Federelement 30 zu verbinden, sodass während der Bewegung der Masse 1 in Kontakt mit dem Kontaktelement 3 zusätzlich zur Auslenkung des ersten Federelements 2 über den vorgegebenen Grad seiner Auslenkung hinaus auch eine Auslenkung des zweiten Federelements 30 vorgesehen ist, wodurch das Kontaktelement 3 insbesondere an die Masse 1 angedrückt wird.

Erfindungsgemäß ist es weiterhin vorgesehen, dass der mikromechanische Schalter Anschläge 7 aufweist, welche verhindern, dass die Masse 1 eine zu großen maximale Bewegung in Bewegungsrichtung ausführt. Es wird durch den Anschlag 7 also verhindert, dass das erste Federelement 2 über einen vorgegebenen maximalen Grad der Auslenkung hinaus ausgelenkt wird. Der vorgegebene maximale Grad der Auslenkung des ersten Federelements 2 ist erfindungsgemäß oberhalb des vorgegebenen Grads der Auslenkung des ersten Federelements 2 vorgesehen, an dem die erste Kontaktgabe zwischen dem Kontaktelement 3 und der Masse 1 stattfindet.

Erfindungsgemäß weist der mikromechanische Schalter beispielhaft auch einen Bondrahmen 8 auf, sowie einen ersten Bondpad 5, d. h. eine erste Anschlussfläche 5 sowie einen erste Leiterbahn 6 zur Kontaktierung des ersten Bondpads 5 mit der Aufhängung des Kontaktelements 3 auf. Weiterhin weist der erfindungsgemäße

5 mikromechanische Schalter auch einen zweiten Bondpad 5a auf sowie eine Leiterbahn 6a, welche der Kontaktierung des zweiten Bondpads 5a mit den Aufhängungen des ersten Federelements 2 dient. Weiterhin weist der mikromechanische Schalter weiterhin einen dritten Bondpad 5b und eine dritte Leiterbahn 6b auf, welche der Kontaktierung des
10 dritten Bondpads 5b mit der Aufhängung eines weiteren Kontaktelements 3b dient. Das weitere Kontaktelement 3b und seine Kontaktierungsvorrichtungen (drittes Bondpad 5b und dritte Leiterbahn 6b) ist optional vorgesehen. Wesentlich für die Funktion des erfindungsgemäßen mikromechanischen Schalters als Schalter ist, dass mittels wenigstens zwei Bondpads 5, 5a, 5b und entsprechenden Leiterbahnen 6, 6a, 6b
15 wenigstens zwei Kontakte zur Verfügung stehen, die bei einer entsprechenden Bewegung der Masse 1 derart, dass das erste Federelement 2 über den vorgegebenen Grad der Auslenkung hinaus ausgelenkt wird, elektrisch niederohmig miteinander in Kontakt stehen. Hierzu kann es erfindungsgemäß entweder vorgesehen sein, dass die Kontaktgabe zwischen dem Kontaktelement 3, der Masse 1 und dem ersten Federelement 2 sowie seiner Aufhängung zum zweiten Bondpad 5a hin erfolgt oder dass die Kontaktgabe vom Kontaktelement 3 über die Masse 1 zum weiteren Kontaktelement 3b sowie zur dritten Leiterbahn 6b und dem dritten Bondpad 5b erfolgt oder auch das zwei Schalter gleichzeitig realisiert sind, indem sowohl das erste Kontaktelement 3 als auch das weitere Kontaktelement 3b vorgesehen ist und die seismische Masse 1 über das zweite Bondpad 5a und die zweite Leiterbahn 6a elektrisch angeschlossen sind.
20

Durch die Variation der Breite der U-Federn des ersten Federelements 2, des zweiten Federelements 30 und des dritten Federelements 4 sowie deren Stege zwischen den U-Federn können diese Federn bzw. Federelemente 2, 30, 4 den Bedürfnissen als lineare oder nichtlineare Federn angepasst werden.

Bei einer auftretenden Beschleunigung in Detektionsrichtung, wird die Masse 1 in Richtung des ersten Federelements 2 beschleunigt. Die Stabilisierungsfeder 4 oder auch dritte Federelement 4 wird in diesem Fall in Figur 1 dargestellten Beispiel gedient und sollte so gewählt werden, dass sie die Bewegung der Masse 1 nur unwesentlich behindert.
30 Dies ist erfindungsgemäß dadurch realisiert, dass die Federkonstante des dritten Federelements 4 gegenüber der Federkonstante des ersten Federelements 2 deutlich kleiner vorgesehen ist. Ab einer definierten Position der Masse 1 trifft die Masse 1 auf das Kontaktelement 3 bzw. das Kontaktelement 3b, sodass der Schalter geschlossen ist, d.
35 h. dass eine Kontaktgabe zwischen den elektrischen Anschlüssen des Kontaktelements 3,

3b und der Masse 1 bzw. zwischen den elektrischen Anschlüssen des Kontaktelements 3 und des weiteren Kontaktelements 3b und optional darüber hinaus noch der Masse 1 geschlossen ist. Dieser definierten Position der Masse 1 entspricht ein vorgegebener Grad der Auslenkung des ersten Federelements 2, wo eine Berührung der Masse mit dem wenigstens einen Kontaktelement 3 vorgesehen ist. Weiterhin entspricht diesem vorgegebenen Grad der Auslenkung des ersten Federelements 2 eine definierte Kraftwirkung auf die Masse 1, welche beispielsweise durch eine definierte Beschleunigung des gesamten mikromechanischen Schalters derart hervorgerufen wird, dass die Masse 1 in Richtung des Kontaktelements 3 bis zum vorgegebenen Grad der Auslenkung des ersten Federelements 2 ausgelenkt ist. Bei einer größeren Auslenkung bzw. einer größeren Beschleunigung auf die Masse 1 bleiben die Kontaktelemente 3, 3b mit der Masse 1 verbunden. Das zweite Federelement 30 drückt dabei das Kontaktelement 3 auf die Masse 1. Hierdurch ist ein Prellen des Schalters wirksam unterbunden. Das zweite Federelement 30 des Kontaktelements 3 sollte die Bewegung der Masse 1 nur unwesentlich verlangsamen, d. h. der Schalter bzw. die Masse ist trotzdem Kontakt der Masse 1 mit dem Kontaktelement 3 weiter in Bewegung gegen die Rückstellkraft des ersten Federelements 2. Dies wird erfindungsgemäß insbesondere dadurch gewährleistet, dass die Federkonstante des zweiten Federelements 30 gegenüber der Federkonstante des ersten Federelements 2 deutlich kleiner vorgesehen ist. Der Kraftverlauf wird jedoch durch den Kontakt der Masse 1 mit den Kontaktelementen 2 nicht linear. Die Masse 1 bleibt solange in Bewegung wie eine ausreichende Beschleunigung an dem System des mikromechanischen Schalters anliegt oder die Masse 1 bei einer zu großen Beschleunigung gegen den Anschlag 7 anschlägt. Das zweite Federelement 30 des Kontaktelements 3 dient hierbei zum einen als Prellschutz und zum anderen dient es dazu, die Schaltzeit des Beschleunigungsschalters zu verlängern, da bei einer abfallenden äußeren Beschleunigung und einer umgekehrten Bewegung der Masse 1 hin zu geringeren Auslenkungen des ersten Federelements 2 der Kontakt solange noch geschlossen bleibt, bis das zweite Federelement 30 des Kontaktelements 3 vollständig entspannt ist. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass insbesondere aufgrund der größeren Schaltzeit eine sicherer Detektion durch den Beschleunigungsschalter möglich ist. Dieses erfindungsgemäße Verhalten des mikromechanischen Schalters sowie die Bewegung der Masse trotz geschlossenem Stromkreis, d. h. die Bewegung der Masse 1 bei einer Auslenkung des ersten Federelements 2 oberhalb des vorgegebenen Grads der Auslenkung, kann als „bewegter Schalter“ interpretiert werden.

In Figur 2 ist eine Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen mikromechanischen Schalters gemäß der Schnittlinie AA aus der Figur 1 dargestellt. Die Darstellung in Figur 1 ist leicht vergrößert und etwas verzerrt gegenüber der Darstellung in Figur 1 dargestellt. In Figur 2 ist wie in Figur 1 die Masse 1 und das erste Federelement 2 dargestellt. Auf der
5 der Masse 1 gegenüberliegenden Seite des ersten Federelements 2 ist in Figur 2 das dritte Federelement 4 dargestellt. Weiterhin ist in Figur 2 die Aufhängung 2a des ersten Federelements 2 dargestellt, welche elektrisch mittels der zweiten Leiterbahn 6a mit dem zweiten Bondpad 5a verbunden ist. Erkennbar in Figur 2 ist weiterhin der Rahmen 8 des mikromechanischen Schalters. Der gesamte mikromechanische Schalter ist
10 erfindungsgemäß auf einem Substrat 10 vorgesehen und die beweglichen Teile des mikromechanischen Schalters, d. h. insbesondere die Masse 1 und die Federelemente 2, 3, 3, 4 sind mittels einer Abdeckung 9 abgedeckt. Die Abdeckung 9 ist in Figur 1 nicht dargestellt. Das Substrat 10 ist erfindungsgemäß insbesondere als Halbleitersubstrat, beispielsweise Siliziumsubstrat vorgesehen. Die beweglichen Elemente in der in Figur 2
15 mit dem Bezugszeichen 11 bezeichneten Funktionsschicht des mikromechanischen Schalters sind erfindungsgemäß ebenfalls insbesondere in Halbleitermaterial beispielsweise Silizium, vorgesehen. Es können erfindungsgemäß jedoch auch andere Materialien vorgesehen sein, insbesondere Germanium, sowie polykristallines Silizium. Mit LIGA-Technik auch Kupfer, Silber. Zur achten ist selbstverständlich
20 erfindungsgemäß auf eine gute Leitfähigkeit des Materials der Masse 1 und des ersten Federelements 2 bzw. des zweiten Federelements 30 bzw. generell alle Elemente, welche der Stromleitung bei einer Kontaktgabe des Schalters dienen.

22.07.02 Sb/As

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

20

30

35

1. Mikromechanischer Schalter mit einer Masse (1) und mit einem ersten Federelement (2), wobei die Masse (1) bewegbar und mit dem ersten Federelement (2) verbunden vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Kontaktelement (3) vorgesehen ist, wobei bei einer vorgegebenen Bewegung der Masse (1) eine Auslenkung des ersten Federelements (2) vorgesehen ist, wobei die Masse (1) und das wenigstens eine Kontaktelement (3) bis zu einem vorgegebenen Grad der Auslenkung des ersten Federelements (2) voneinander getrennt vorgesehen sind, wobei ab dem vorgegebenen Grad der Auslenkung des ersten Federelements (2) eine Berührung der Masse (1) mit dem wenigstens einen Kontaktelement (3) vorgesehen ist und wobei bei einer größeren Auslenkung des ersten Federelements (2) als der vorgegebenen Grad der Auslenkung eine gemeinsame Bewegung der Masse (1) und des wenigstens einen Kontaktelements (3) vorgesehen ist.
2. Mikromechanischer Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine Kontaktelement (3) bewegbar und mit einem zweiten Federelement (30) verbunden vorgesehen ist.
3. Mikromechanischer Schalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Federelement (2) und/oder das zweite Federelement (30) U-Federelemente umfasst.
4. Mikromechanischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Federkonstante des zweiten Federelements (30) gegenüber der Federkonstante des ersten Federelements (2) deutlich kleiner vorgesehen ist.

5. Mikromechanischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein drittes Federelement (4) vorgesehen ist, welches stabilisierend auf die Bewegung der Masse (1) wirkt.

5

6. Mikromechanischer Schalter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Federkonstante des dritten Federelements (4) gegenüber der Federkonstante des ersten Federelements (2) deutlich kleiner vorgesehen ist.

10

7. Mikromechanischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anschlag (7) vorgesehen ist, wodurch die Verhinderung einer Auslenkung des ersten Federelements (2) über einen vorgegebenen maximalen Grad der Auslenkung des ersten Federelements (2) hinaus vorgesehen ist.

15

22.07.02 Sb/As

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Mikromechanischer Schalter

Zusammenfassung

15

Es wird ein mikromechanischer Schalter mit einer Masse (1) und mit einem ersten Federelement (2) vorgeschlagen, wobei eine Berührung der Masse (1) mit einem Kontaktelement (3) vorgesehen ist, wenn ein vorgegebener Grad der Auslenkung des ersten Federelements (2) überschritten wird.

1/1

303 239

